

ナノダイヤモンドへの欠陥導入と熱処理について

Defects Introduction to Nano-Diamond and Heat Treatment

量研高崎研, °阿部 浩之, 小野田 忍, 大島 武

QST-QuBS, °Hiroshi Abe, Shinobu Onoda, Takeshi Ohshima

E-mail: abe.hiroshi2@qst.go.jp

【はじめに】量子センサー・イメージングとして期待されるナノダイヤモンド中の NV (窒素-空孔) センターは、単一細胞レベルから動物レベルまでの幅広い生体に導入することができ、それらの生命現象により誘起される微小温度変化、細胞活性に伴う磁気・電気的変化の検出や MRI (磁気共鳴画像) 法を活用した体内のイメージング材料として考えられる。NV センターの量子性を利用した量子センシング・イメージングにおいてより効率的に NV センターを導入することに加え、量子性の優れたナノダイヤ中 NV センター形成技術が求められている。我々は今までにナノダイヤモンドに電子線照射と熱処理により高発光強度の NV センター形成技術の最適化を図ってきた [1]。そのようにして作製したナノダイヤモンドの表面に対して、生体導入に適した化学処理を施す必要がある。本研究では、電子線照射量と熱処理条件をさらに突き詰め、それら種々の条件や表面化学処理と NV センター形成への影響を調べた。

【実験】ナノダイヤモンド (平均粒径 45 nm) について、2 MeV 電子線照射 (量研高崎研電線照射施設) を室温照射にて実施しトータルフルエンスは $1 \times 10^{18} \sim 7 \times 10^{18}$ [cm^2] まで照射した。NV センターを多量に形成させるために 900°C のアニーリングを施し、その後表面の炭化層等を取るために酸化加熱処理を行った。NV センターの発光強度の比較については、フォトルミネッセンス (PL: Photo Luminescence) 法によるスペクトルおよび発光強度の測定を実施し (レーザー励起光: 532 nm を使用)、発光強度測定を通じて照射量の違いと酸化加熱処理の有無による NV 形成条件との相関を調べた。

【結果と考察】ナノダイヤモンドの発光強度の最適化において、電子線照射による照射量と NV センター形成のためのアニール、そしてその後の酸化加熱処理の関係を調べ、酸化加熱処理後の発光強度についてそれぞれ調べた。結果として NV アニールのみで酸化加熱処理を施さない場合では電子線照射量が 4×10^{18} [cm^2] が高輝度な発光を測定したが、酸化加熱処理を施した場合ではさらに照射量を大きくした 7×10^{18} [cm^2] の方が高輝度化となり、照射量依存性を確認した (図)。

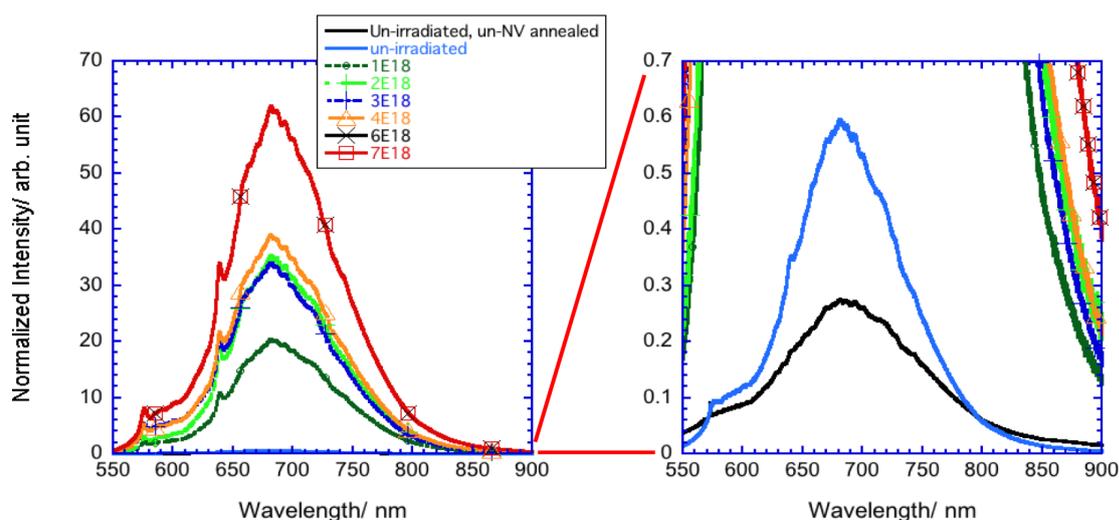


Fig. PL emission intensity of the electron irradiated nano-diamond

【参考文献】

[1] 阿部浩之 他、ナノダイヤモンド中の NV センター形成のための欠陥エンジニアリング、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、2019 年月 18~21 日、北海道大学 (札幌)。